

平岡堰堤工事に於ける

A. E コンクリートに就いて

中部電力株式会社
平岡水力建設所

杉坂 六男

1. 平岡堰堤について

平岡堰堤は、天竜川中流附近、長野県下伊那郡平岡村地内において天竜川本流を横断して、築造中の高さ約 60M のコンクリート造り堰堤であつてこれにより調整池を設け、堰堤上流右岸より取水して、2 本の圧力隧道により放水し、4 台の水車発電機を回転して、最大 82,000 KW を発電せんとする発電用堰堤である。

(但し現在はこの半分 2 台の機械により、41,000 KW を発電するカー工事を施工中である)

此の工事は昭和 15 年 7 月着工したが大東亞戦争により労力・資材共に極度に不足した爲、昭和 19 年 5 月に其の筋の中止命令により、止むを得ず中止したものである。この間に工事進捗率は 57% に及んだ。

昨年 2 月ようやく再開の運びとなり、工事に再着工したが、工事中止中に、洪水等の他に依り、相当の損傷を生じた爲再着工の時は、進捗率は 40% 程度に低下した。然し、堰堤基礎コンクリートの一部 58,000 M³ は中止前既に打設済であつたが、何らの損傷も受けず、そのまま使用することゝ出来た。現在では今年末発電を目途として突貫工事中であり、堰堤は既に溢流部コンクリートを殆ど終了し、目下上部構造の施工中である。

(1) 発電計画の概要 (附図 其の一、其の二、其の三参照)

- | | |
|-----------|--|
| ① 取水河川名 | 天竜川水系天竜川 |
| ② 取水口位置 | 長野県下伊那郡平岡村大字長島字方瀬田陰山三ノ八番地 |
| ③ 放水口位置 | 全県全郡谷村大字全字新橋一ノ番地 |
| ④ 使用水量 | |
| 最大 | 110.00 立米毎秒 (全計画完成後 220.00 立米毎秒) |
| 常時 | 55.00 立米毎秒 |
| ⑤ 有効落差 | |
| 最大 | 45.45 米 |
| 常時 | 46.35 米 |
| ⑥ 発電力 | |
| 最大 | 41,000 「キロワット」 (全計画完成後 82,000 「キロワット」) |
| 常時 | 20,500 「キロワット」 |
| ⑦ 可能発生電力量 | |
| 年間 | 303,885,000 「キロワット時」 |
| | (全計画完成後 389,500,000 「キロワット時」) |

⑧ 取水河川の状態

- (イ) 流域面積 8,650 平方科
- (ロ) 坂本口附近における流量 (大正15～昭和10年 10ヶ年平均)
- | | |
|-----|-------------|
| 豊水量 | 150,47 立米毎秒 |
| 平水量 | 102,15 " |
| 低水量 | 77,18 " |
| 濁水量 | 54,43 " |

⑨ 水路設備

(イ) 調整池

満水位標高	808 米 00
湛水面積	2,582 平方科
総貯水量	43,278,000 立米
有効貯水量	4,960,000 立米
利用水深	2 米 00
湛水延長	14 科 92
計画排水量	10,000 立米毎秒

(ロ) 導入路

種類	F形重力隧道
断面	内径 6.80 米
延長	第一号 560,748 米 第二号 559,701 米 (全計画の場合施工)

⑩ 電気設備

(イ) 水車

型式	堅軸半輪流渦巻フランシス型
基準出力	25,000 「キロワット」
台数	2 台 (全計画完成後 4 台)

(ロ) 発電機

型式	堅軸半輪流渦巻フランシス型 (空冷令型機付)
定格容量	26,000 「K.V.A」/31,000 「K.V.A」
周波数	50/60 「サイクル」
台数	2 台 (全計画完成後 4 台)

(ハ) 変圧器

型式	屋外三相二巻線油入乾冷式
容量	26,000 「K.V.A」/30,000 「K.V.A」
周波数	50/60 「サイクル」

台 数 2 台 (全計画完成後 4台)

⑪ 補償及び用地関係

- (イ) 調整池内浸水家屋 110戸 (内72戸移転済)
- (ロ) 国鉄飯田線一部付替 1,465.72米 (隧道 642米、橋梁1, 前面出水高 24%)
- (ハ) 県道付替 17,217米 (一部施工済)
- (ニ) 所要用地 227,42町歩 (内飯田線付替用地 8,14町歩)

内買収済 218.66町歩

⑫ 主要資材及び労務者 (41,000 キロワットとする下は今後所要のもの)

今国施工

- | | | | |
|-----------|-------------|------------|-------|
| (イ) セメント | 70,000座 | 77,300座 | } 全計画 |
| (ロ) 鋼 材 | 7,045 " | 12,685 " | |
| (ハ) 労 務 者 | 延1,204,000人 | 1,322,000人 | |

⑬ 工事期間

着 工 昭和25年2月13日

竣 工 昭和27年3月31日

⑭ 前四工事の進捗状況

工事着工 昭和15年 7月

工事中止 昭和19年 5月

この間の土木工事総合出来高 57%

(2) 堤堰計画の概要 (附図 其之二参照)

堤堰計画の概要並に設計条件の概要は次の通りである

- 型 式 直線重力型コンクリート造り
- 高 さ 58.450 (基礎岩盤上、満水面迄)
- 堤体長 258M00
- 堤体積 266,412 M³ (今国施工分 208,000M³)
- 可動堤 テンターゲート 16門 巾9M×高10M25
- セクターゲート 1門 巾3M×高3M
- 基礎岩盤 粘弾片麻岩

コンクリートの比重 2.35 (但し A.E.コンクリートの場合 2.30)

堆泥の比重 1.80 (溢流部まで堆積するものとする)

揚圧力係数 0.40

堤体に作用する土圧係数 0.50

地震時水手壓係数 0.15 (満水時) 0.75 (空虛時)

基礎岩盤の許容耐圧力 180T/M²

以上の条件に基づいて設計せる結果、最大全直応力 92T/M² 最大主応力 220T/M²となり、

従って堤体コンクリートの所要強度は安全係数を乗じ、 $130\text{Kg}/\text{cm}^2$ とすれば充分と考えられ、依って堤体コンクリートの配合は所要強度 $130\text{Kg}/\text{cm}^2$ として設計するものとする。

(3) コンクリートの配合 (附表、其の四、其の五、其の六、其の七 参照)

前述に基づいてコンクリートの配合をなすに当り、コンクリートの配合を決定するものとする。

(4) 骨 料

骨材は近傍の大竜川の本島、栗生瀬の河原より採取するのを主として考えるものとする。

種別は大砂利150～70ミリ、小砂利70～10ミリ、砂10ミリ以下の三種のいゝに区別することにした。

試験成績は次の如である。

砂利試験成績表

岩 質	比 重	吸水率	A		B	
			単位重量	空隙率	単位重量	空隙率
	2.67	0.300	1.65	38.5	1.80	32.7

砂利試験篩分表

項目 種別	80	40	20	10	合計	F.M.
大砂利	86				100	9.85
小砂利		35	75	98	100	8.08

砂試験成績表

岩 質	有機不純物 試験	比 重	吸水率	単位重量	空隙率	摘 要
	標準色以下	2.67	1.0%	1.70	36.7	

砂篩分試験表

10	5	2.5	1.2	0.16	0.3	0.15	F.M.
2	16.5	27	41	65	85	96	3.30

b) セメント

セメントは小野田セメント藤原工場の製品、普通ポルトランドセメントを使用することにした。その試験成績は附セメント規格試験成績表の通りである。以上の骨材及びセメントを使用して、次の如くして、配合を決定した。

① G_A/G_B 及び G/S の決定

(G_A ……大砂利、 G_B ……小砂利、 S ……砂、 $G=G_A+G_B$)

最大密度試験により

$$G_A/G_B = 1/1.4 \quad G/S = 2.0$$

② 使用水量の決定

スランズと使用水量の関係曲線より、所定のスランズ30mに對し

$$\text{使用水量 } W = 136\text{Kg}/\text{M}^3$$

③ セメント使用量の決定

強度とセメント使用量の関係曲線より、所定の強度に余裕を見て、

セメント使用量 200 Kg/M^3 $\sigma_{28} = 160 \text{ Kg/cm}^2$

II. A. E. コンクリート

A. E. コンクリートとは、コンクリートの中に微細な気泡を混入せしめたコンクリートのことであって、適当な空気導入剤を用いて適当な気泡を混入すればコンクリート、特に高配合のコンクリートの性質が改良されるものである。この事は米国においては約15年前より研究され、実用化されて来たものであり、我國に於ては終戦後、此の著しい利益に着目しその実績が次第に判明して来たものであり、旧日本発送電株式会社にも、最早く之が利用に着目し木村清雄氏、特に、タム、コンクリートに対し、適用することになり、平時は是等事に利用することになったものである。

(1) 空気導入剤のコンクリートに与える影響

a) ウォーカビリティーに及ぼす影響

導入された空気は明に添加された軟い骨材としての作用するものでありコンクリートのウォーカビリティーを大いに改善するものである。

このことに依り更に崩壊した骨材や粒度の悪い骨材の使用を可能ならしめるものである。此の事實は空気とほぼ同容積の砂の量を減少することが可能であり、そしてこの結果浮水と分離とを減少するから、コンクリートの打込みを容易ならしめるものである。浮水が減少するからコンクリートの表面の仕上げが容易となり、又整平作業が少なくなるのである。

空気量を1%増加することにより、混合水を2~4%減少させることが出来、しかも、スランプを減少することなくしてウォーカビリティーをある程度改善する事が出来るものである。

b) 耐久性に及ぼす影響

近年に於ける耐久性のコンクリートの製造に於いて、もっとも重要な実験は導入空気がコンクリートに及ぼす有利な影響の発見である。

A. E. 剤を使用して空気量を2~6%導入する場合には、コンクリートの凍結融解による破壊作用にたいする抵抗を著しく、増大するものである。このごく細かい又分離した気泡の形となって、コンクリート全体に分散している空気は、この破壊を起す力を消滅せしめる空隙を生ずる。

空気量を種々の百分率にした時に、コンクリートの凍結融解に対する抵抗に及ぼす影響は下図-1に示す通りである。

下図-2は調出されたプラスチックな配合のコンクリートにたいして普通用いられる W/C の範囲内ではどの骨材の最大寸法を20 mm とする場合に於いて4%の空気を含んでいるコンクリートは空気を含んでいないものに対して数倍の耐久性を有していることを示している。

c) 水密性に及ぼす影響

コンクリートの水密性は W/C に比例するものであり、A. E. コンクリートにたいしては普通用いられる空気量の範囲では普通コンクリートに比較して大した影響は与らない。

d) 容積変化に及ぼす影響

コンクリートの乾燥収縮は主に単位水量によって支配されると共に空気量によって支配される。

併し乍ら空気の存在は Slump を減少することがなくして水量を減少させることが出来るから従ってコンクリートの収縮は殆んど増加しない。

e) 強度に及ぼす影響

コンクリートの強度にもっとも大きい影響を及ぼす因子は W/C であると言うことは決定的にあきらかである。

下図-3に示す代表的なグラフはコンクリートの強度が如何に W/C によって変化するかを示している。又 W/C を一定にすれば空気量の増加により強度は減少する。併しながらコンクリート中の連行された空気は Slump を一定に保ち乍ら水量を減少することが出来るから普通に用いられる配合の範囲に

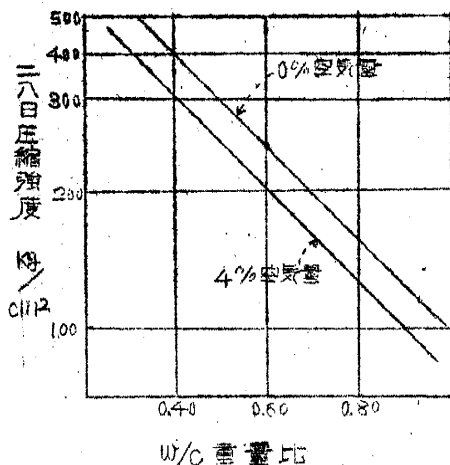


図-3 W/C 比とスランプを一定とする時空気1%の増加により、圧縮強度4~6%を減退する。

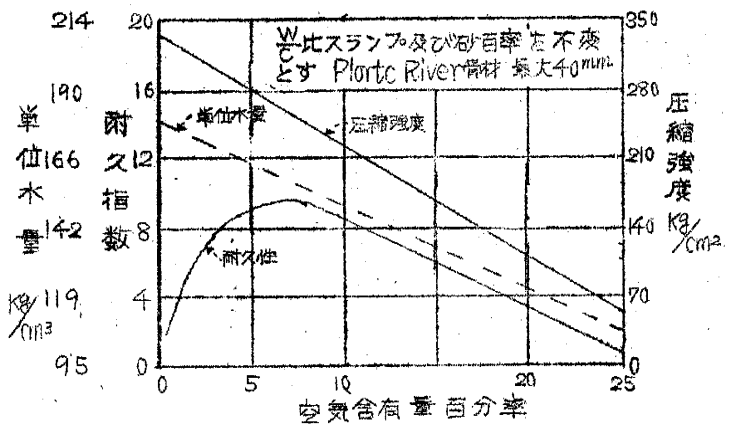


図-1 コンクリートの耐久性は空気含有量の増加につれ急激に最大値に達し再び低下する。圧縮強度と単位水量とは空気量の増加につれて減少する。

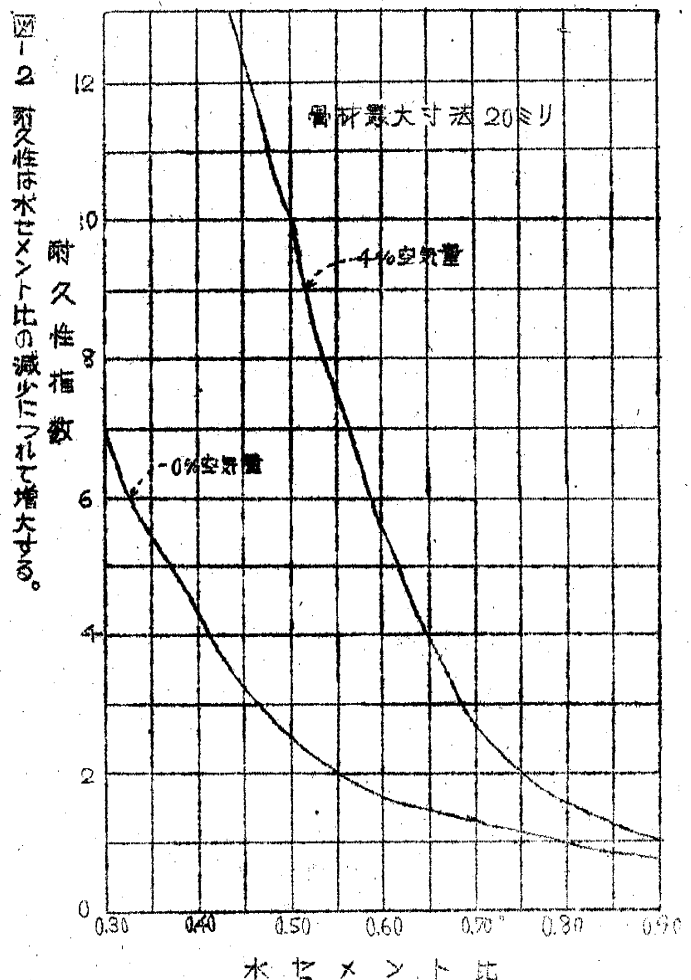


図-2 耐久性は水セメント比の減少につれて増大する。

かいては4%の空気を進行する事に依って、殆んど強度の減少は、例え少くも有るにせよ殆んど起らない。

又右図-4から判る様に富配合のものは貧配合のものより強度の減少は著しい。又非常に貧配合のものは、セメント量を一定に保つ場合、強度は僅かに増大する。

又コンクリートの強度は Talbot 及び Richart によって V/C は進行空気がない、コンクリートについて、強度と空隙との關係を解説するために用いられた。この場合

A.E.コンクリートにおいては $V+4/C$ とおきかえれば良いと考えられる。

f) 弾性に及ぼす影響

コンクリートの弾性は大体、強度に比例しているから従って弾性係数は W/C 、空気量に逆比例する。

g) クリープ及び伸び能力に及ぼす影響

W/C と空気量に比例して或る程度増加する。

h) 熱特性に及ぼす影響

熱伝導率は空気量と水量に正比例し、セメント量に逆比例する。

i) 単位重量に及ぼす影響

コンクリートの単位重量は空気量に正比例して減少する。水量の増加も単位重量を減少する。セメント量の増加は単位重量を増大する。

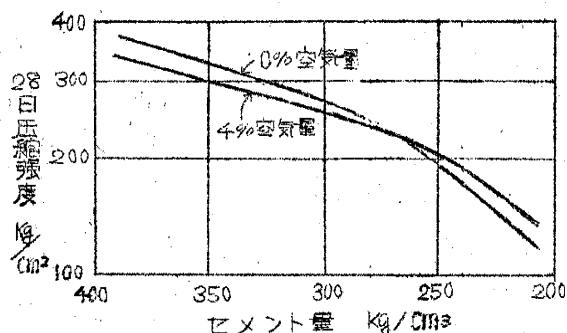


図-4 セメント量とスランズとを一定とすると、空気量が4%増加しても、コンクリートの強度はほとんど減らない。

A. E. 剤の種類

国内産

種類 項目	ニューレックス	スーマ 15号	ライボン	ネオソープ
メーカー	日本油脂	日本松脂	ライオン油脂	三井化学工業
販売所	大阪市西淀川区御町	東京都中央区銀座	東京都中央区八丁堀	東京都中央区日本橋
主要成分並 形状	アルキル、アリル スルホンネートソーダ性 ペースト状、粉末状	ロジン液性	アルキベンゾール スルホン酸ソーダ塩 フレーク状	アルキル、アリル、スル ホンネール 40%粉末状
価格	10Kg ペースト 150円 粉末 165円	18ℓ 2,000円	1Kg 150円	1Kg 170円
備考	月産 70t	月産 50t	月産 25t	月産 50t

外国産

種別 項目	Vinsol, Resin.	Vinsol, Nox	Darex, A.E.A.	Pozzolith	Protex, A.E.A.
メーカー	Hercules Powder Co.	Hercules Powder Co.	Dow Chemical Co.	The master Builders Co.	Autolene Lubricants, Co.
日本取扱販売所 電話	岩井産業 山泉化学	岩井産業	第一物産	トランス 浅パン産業	日本海外商事
価 格	1Kg 80円	1Kg 100円	1ドラム 35,000円	1ホンド 90円	1ドラム 48,500円 1ガロン 800円
セメント 1袋当 使用量	0.01~ 0.015%	0.01~ 0.015%	約 25cc	約 100~300g	約 20.83cc

(2) 空気量に作用する要素 (附表 其の八参照)

a) 細骨材の粒度

A.E.剤が最も効果を与えるのはコンクリート中の細骨材に於てである。そしてその程度は細骨材の粒径と共に変化する。

15ナッシュ以上の粒度に対しては効果がない。各粒径の空気量、拒含量は

篩 目	空気量拒含量
1.2 mm ~ 0.6 mm	15 % ~ 20 %
0.6 ~ 0.3	30 ~ 35
0.3 ~ 0.15	45 ~ 50
0.15 ~	0 ~

故に是れ空気量は主として 0.3 mm ~ 0.6 mm の細骨材の量に支配されるものである。このことは当平岡の A.E.コンクリートの空気量測定結果、表にも明かにあらわれている。

b) 細骨材の形状

破碎骨材は広味をおびた骨材に於けるよりも多量の空気を混入する。

c) セメントの種類

空気量はセメントの種類によっても支配される。

d) コンクリートの配合

コンクリートの配合により支配され、セメント使用量は逆比例する。

e) スランプ

スランプの或る程度の増加までは、空気量も増加する。

f) 練 時 間

これはミキサの形状、種類、投入方法などにより異なり、一既に云えないうが、或る時間までは空気量は増加

し、それを越えれば、僅かづつ減少する。

8) 温 度

温度が上昇すれば空気量は減少する。この事は平岡の場合にも表われ、夏季に於ては、A.E.剤を多量に使用した。

(3) A.E.コンクリート示方書の概要

旧日本発送電株式会社には平岡増堤、その他の互争にA.E.コンクリートを使用する目的を以て、かねて、A.E.コンクリート示方書委員会を組織し、研究の結果、下記の通り示方書が作成された。

平岡増堤に於ては、この示方書に基づき、且つ現場に適する称A.E.コンクリートを使用する事となったので有る。この示方書は今後の研究或は現場の実験に基づき更に完全なものになるであろうが平岡増堤に於ては、一応これに基づき施工したのでここに記載する。

エア-エントレインド コンクリート 示方書

1 章 総 則

1 条 定 義

エア-エントレインドコンクリート(以下A.E.コンクリートと云う)とはセメント、細骨材、粗骨材、水及び起泡材を練り混ぜて、出来たものを云う。

2 条 使用範囲

A.E.コンクリートは、発電水力工事各種構造物のコンクリートに用いることが出来る。但し、流水のまもる作用を受ける部分については、責任技術者の指示に従わなければならない。

3 条 示方書の適用

この示方書はA.E.コンクリートが、普通コンクリートと特に異なる点を示すもので、この示方書に示してない事項についてはコンクリート標準示方書(昭和24年土木学会制定)によらなければならない。

2 章 A.E.コンクリートの品質

4 条 気 泡

A.E.コンクリート内に発生する気泡は微細気泡でコンクリート中に均等に分布しその量はこれを起泡材の添加量によって正確に調節できなければならない。

5 条 単位容積重量

1. 重力法に於て、A.E.コンクリートの単位容積重量は、230t/m³以上を標準とする。
2. A.E.コンクリートの単位容積重量は附録「コンクリート単位容積重量試験方法並にに侵入空気量試験方法(重量に依る試験)」によってもとめるものとする。

3 章 材 料

6 条 起 泡 材

起泡材として用いることの出来るものは、責任技術者の承認を受けた次のものに限る。

Vinsol Resin. (Hercules Powder Co)

Darex A.E.A (Dewy and Almy Chemical Co.)

その他のものゝ使用については責任技術者の承認を得なければならぬ。

7 條 起泡剤溶液

Vinsol Resinは附録「中和 Vinsol Resin 溶液をつくる方法」によって 20% の中和溶液を作り、使用前に更にこれを希釈して 2% 溶液とするものとし、Darex A.E.A は使用前に 10 倍に希釈するものとする。

4 章 配 合

8 條 示方配合の表の仕方

示方配合の表の仕方は「表-1」によるものとする。

表-1

粗骨材の最大寸法 (cm)	スランプの範囲 (mm)	水セメント重量比 (%)	用いる起泡剤材料 コンクリート一立方メートルに Vinsol (g) Darex (cc) (g又はcc)	用いるセメント量 コンクリート一立方メートルに C (kg)	コンクリート 1 m ³ 当りの水量			混入空気量 (%)	粗細骨材比 S/S	コンクリート 1 m ³ に用いる 表面乾燥内部飽和状態 の骨材重量		
					起泡剤・希釈溶液	練りまぜに用いる水量	計			全量	細骨材	粗骨材
					(ℓ)	(kg)	(kg)			(kg)	(kg)	(kg)

9 條 混入空気量

1. 混入空気量は練り混ぜを終ったコンクリートについて、表-2の範囲を標準とするが、其の量は責任技術者の指示するものとする。
2. 混入空気量は重量に依って試験及び圧力による試験（ブロック参照）によって測定するものとする。

表-2

粗骨材最大寸法	2.5mm	5	8	10	15
混入空気量	5 ± 1%	4 ± 1	3.5 ± 1	3.5 ± 1	3 ± 1

10 條 スランプ

スランプは表-3の値を超えてはならない。

表 - 3

構造物の種類	Slumpの最大値
ダム大堰構造物	5
南渠のライニング	8
水 平 板	5
トンネル側壁アーチ	10
その他の構造物	8

注 意 ① この Slump の最大値は所定の空気量を含む Concrete に施すものである。

② この Slump の値は締固めの直前の Concrete について示したものである。

II 係 水セメント重量比

1. 水セメント重量比は所定の強度、耐久性を考へて、これを定めなければならない。
2. 強度を基として、水セメント重量比を定める場合には、Concrete の圧縮強度試験によらなければならない。Concrete の圧縮強度試験を行うことが出来なかった場合には、責任技術者の承認を得て、表-4によって、これを定めることができる。
3. 耐久性をもとめて、水セメント重量比を定める場合には 表-5の値を標準にするものとする。

表 - 4

W/C	普通コンクリート		A.E.コンクリート	
	セメント使用量 Kg/M ³	28日圧縮強度 Kg/Cm ²	セメント使用量 Kg/M ³	28日圧縮強度 Kg/Cm ²
0.46	360	240	315	190
0.49	335	220	295	180
0.53	310	200	270	150
0.58	280	180	250	140
0.62	265	160	230	135
0.67	250	140	220	125
0.71	230	130	205	110
0.75	220	120	195	100

注 意 ① 普通 Concrete は参考のために示したものである。

② 表記のセメント使用量は表-6標準例に於て、粗骨材最大寸法5cmを用いた場合を示す。

③ W/C - 強度の関係は粗骨材最大寸法によらない。

表 5 コンクリートの耐久性から定まる水セメント重量比

構造物の種類、位置、および露出の程度	水セメント重量比	
	気候が良ク、アクリ場合。 温度変化が大キイ場合。 凍結期間が長い場合。 凍結融解がくり返サレル場合。	気候が良シ場合。 普通ノ雨室がアルカ、幾分 乾燥気味ノ場合。 マレニシカ雪又ハ雪ノ件ワ ナイ場合。
A.0. 気象作用ヲ受ケルコンクリート壁、橋脚、橋脚ノ上部0.5mの範囲、化粧線、開口部、橋脚部ナド。		
0. 水位変化ヲ受ケル部分、水ヲカスル部分、ダムノ表面、余水路、排水路、トンネルノ入口、出口、排水路ノ管、排水ナド。	0.45 ± 0.02	0.55 ± 0.02
B.0. 気象作用ヲ受ケルコンクリート、凍結ヲ受ケル隧道ノライニング、サイホン、マスコンクリートノ外面、又はAニホシタル以外ノ部分。	0.50 ± 0.02	0.55 ± 0.02
C.0. 埋戻シサレタコンクリート、泥工ス水中ニアルコンクリート、気象作用ヲ受ケルサイホンコンクリート、止水壁、基礎、地下構造物ナド。	0.58 ± 0.02	0.58 ± 0.02
D.0. 水中コンクリート	0.45 ± 0.02	0.45 ± 0.02
E.0. 雨漏ノライニング	0.53 ± 0.02	0.58 ± 0.02
F.0. ダムノ内部コンクリート	コレハ、強度、熱的性質、容積変化ニ対スル要求カラ定マリ。	

12 條 粗細骨材比及び練りませ用水量

- 1 粗細骨材比及び練りませ用水量は9條の混入空気量を標準として、所定のウォーカビリティーが得られる範囲で練り混ぜ用水量が最小になる様に試験によって定めなければならない。
- 2 粗細骨材比及び練りませ用水量を試験によって定めることが出来ない時は、責任技術者の承認を得て、表-6によって定めることとする。

注 意

- ① 表-6の使用例は附録「A Eコンクリート配合設計例」に示す。
- ② 表中の普通コンクリートは参考のために示したものである。

表 6

標準例	
(a) 粗骨材は天然砂利で、標準粒度をもつもの	
b) 砂は天然砂でその粒度率 F.M = 2.75	
c) 水セメント重量比 W/C = 0.55	
d) スラング 8cm.	
	ツマツ

粗骨材 最大寸法 (mm)	普通コンクリート		A.E.コンクリート		
	砂 比 (砂の全骨材に対する 実容積)	1m ³ 当り全水量	規定混入空気量	砂 比	1m ³ 当り全水量
2.5	45%	183 Kg	5 ± 1%	41%	160
5	36	164	4 ± 1	33	144
8	32	152	3.5 ± 1	29	135
10	31	146	3.5 ± 1	28	130
15	28	137	3 ± 1	25	121

標準例以外のものに対する修正		
標準例からの変化	修 正 値	
	砂	全 水 量
① W/C 0.05 の増減に対して	± 1%	0
② F/M 0.1 の増減に対して	± 0.5%	0
③ スランプ 70mm の増減に対して	—	± 1.2%
④ 混入空気量 1% の増減に対して	± 0.5 ~ 1.6%	± 3%
⑤ 砂比 1% の増減に対して	—	1.5 Kg
⑥ 碎石に代りして	+3 ~ 5%	+10 ~ 15 Kg/m ³
⑦ 碎砂に代りして	+2 ~ 3%	+5 ~ 10%

13 条 起泡剤稀釈液の使用量

1. 起泡剤の使用量は所定の混入空気量を得る杯に試験によってきめなければならない。
2. 起泡剤の使用量をきめを得ず試験によって決めることが出来ない場合には、責任技術者の承認を得た上で、7 条に示した稀釈溶液をセメント 1 kg に対して、下記の割合で加えることが出来る。

Vincol Floair 稀釈液 7 ~ 10 cc

Dowex A.E.A. " 6 ~ 10 cc

3. 起泡剤稀釈溶液はコンクリートの練り混ぜ用水の一部をなす。

5 章 材 量 の 計 量

14 条 起泡剤稀釈溶液

1. 起泡剤稀釈溶液は容積によって一級分スケール計量し、計量の誤差は一回所要量の 1 % 以内でなければならない。
2. 計量には、自動的な計量装置（ジスパンサー）を用いるものとする。
但し、責任技術者の承認を得れば他の方法を用いることが出来る。

6 章 練り混ぜ

15 条 起泡剤・増粘剤の添加

- 起泡剤・増粘剤は水と同時にこれを造るコンクリート材料に加えなければならない。

16 条 練り混ぜ時間

機械練りに於ける練りませ時間は責任技術者の指示によって、これを定めなければならない。

練りませ時間は、表-7の値を下ってはならない。

ミキサー容量	練りませ時間(分)
56 切 (1.5 m^3) 以下	1.5分
112 切 (3.0 m^3)	2.5分

7 章 コンクリート打ち

17 条 締固め

振動締固めを行うに当たっては、コンクリート容積の減少が認められない様になり、普通の空気量がなくなり、水の光りが表われて、コンクリート全体がとり合った様に思えるまでこれを行い、振動棒をゆるやかに引き抜くものとする。この程度以上に振動棒をかけて微細気泡を追い出さなければならない。

8 章 現場試験

18 条 現場試験

1. 普通コンクリートに関する各種の試験に下記のものを追加試験しなければならない。

- ① コンクリート単位容積重量試験
- ② コンクリートの混入空気量試験

以上の試験は附「コンクリートの単位容積重量試験、並びに混入空気量試験法(重量による試験)」

「混入空気量試験方法(圧力による試験)」により、おこなうものとする。

2. 試料の採取位置、量、回数については、責任技術者の指示を受けなければならない。

(4) AEコンクリートの配合

上述のAEコンクリート配合表に基づき、併せて実験の結果により、AEコンクリートの配合を配合表の如く決定した。

AEコンクリートと普通コンクリートの配合の比較、差違について述べれば次の通りである。(こゝでは短堤コンクリートの内部コンクリート、セメント 180 Kg/m^3 だけについて述べる)

a) 混合水

普通コンクリート 136 Kg/m^3

AEコンクリート 112 Kg/m^3

$$136 - 112 = 24 \text{ Kg/m}^3$$

$$24 - 5 = 19 \text{ Kg/m}^3$$

$$(5 \text{ Kg/m}^3 \text{ はスランプの差によるもの}) \quad 19 + 3 = 6$$

この関係は混入空気量に依る、水量の減少は使用セメントの種類、水セメント比にかかわらず、ほぼ一定であって、図-5の如く、空気量1%につき水量4Kgが減少出来る。

又建行空気は軽い骨材と見做されるから、軽い骨材の表面積を減少させることが出来、その量は空気量とほぼ等しい1%だけ砂比を減少させれば良い。

砂比を1%減少させば使用水量を約1.5Kg減少させることが出来るから結局、混入空気量1%につき使用水量を約4+1.5=5.5Kg減少させることが出来るのである(図-6)

図-5

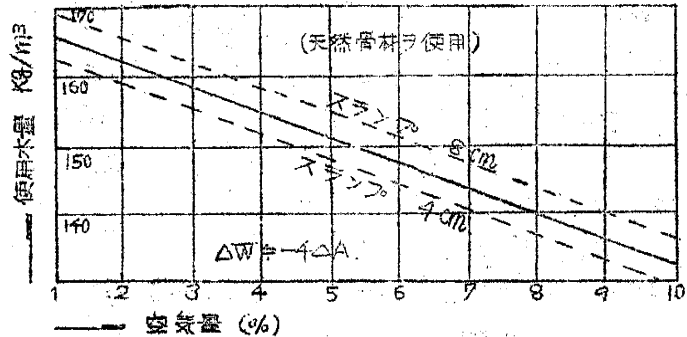
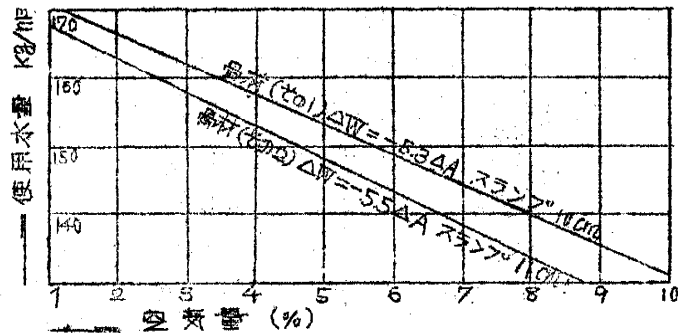


図-6



1) スランプ

普通コンクリート 3 cm

AEコンクリート 2 cm

同スランプにてもAEコンクリートの方が普通コンクリートよりも、ウォーカビリティが良いと言う点より、AEコンクリートにした場合スランプを1 cm 減らした。

2) セメント量

普通コンクリートの場合 $C = 200 \text{ kg/m}^3$ を使用して $\sigma_{28} = 160 \text{ kg/cm}^2$ で所要強度 130 kg/cm^2 に対して余裕をとりすぎたので、AEコンクリートにした場合 $C = 180 \text{ kg/m}^3$ とし $\sigma_{28} = 140 \text{ kg/cm}^2$ となった。

3) 強度

普通コンクリート $\sigma_{28} = 160 \text{ kg/cm}^2$

AEコンクリート $\sigma_{28} = 140 \text{ kg/cm}^2$

両者の差について述べれば

① セメント量減少による強度の減少

$$C = 200 \text{ kg/m}^3 \quad \sigma_{28} = 160 \text{ kg/cm}^2$$

$$C = 180 \text{ kg/m}^3 \quad \sigma_{28} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

② W/Cの減少(AE剤使用のための)による強度の増加

$$W/C = 68\% \quad \sigma_{28} = 120 \text{ kg/cm}^2$$

$$W/C = 62\% \quad \sigma_{28} = 160 \text{ kg/cm}^2$$

③ 空気量による強度の減少は

普通コンクリート

$$C_{28} = 160 \text{ Kg/cm}^2$$

A.Eコンクリート (空気量5%) $C_{28} = 140 \text{ Kg/cm}^2$

故に文献してある通り空気量1%につき強度は4~6%減少している。

(5) A.Eコンクリートの施工

a) 施工設備 (附図 其の九 参照)

① 混合工場

鉄骨構造 (265T) 14M X 12M X 29.14 五階

各貯蔵槽の容量

大砂利 120 M³ 約5時間分

小砂利 240 "

砂 180 "

セメント 180 T "

ミキサー スミス 56切 40 HP

各計量器 計量範囲

大砂利 500 Kg ~ 1,000 Kg

小砂利 800 " ~ 1,600 "

砂 750 " ~ 1,500 "

セメント 200 " ~ 600 "

水 0 " ~ 200 "

A.E剤 1 l ~ 4 l

② A.E有限合設備

ファンホヤーポンプ 5 HP

{ 計量室にて混合, 1時鉄管にて混合
工場 A.E剤貯蔵タンクへ

b) 施工方法

① 混合及び運搬

計量機はウオーセクリーター用の計量機を改造したもので、上記の計量範囲で各計量機共5Kg毎に秤量出来る様になっている。計量機への骨材の投入はスラビフィーにより行うものであるがセメントは2HPのスクリューフィーダーにより計量機へ投入される。計量時間は30~40秒を要す。

上記の如し計量投入されたものが、ミキサーに依り所定時間2分混合され、コンクリートホッパーを通じてコンクリートバケットに排出され、カソリン機関車にて、延長約150mの螺旋軌道をケーブルフレーション直下まで運搬される。

軌道により運搬されたコンクリートを受に二俣の両端可動式(コンクリート3m³) ケースルグレーションにより打設所まで運搬される。

② 締固め

コンクリートの締固めについては、ブロックにバイブレーター4～6台（普通コンクリート）、3～4台（AEコンクリート）を使用する。

③ フロック

各ブロックは22m巾で12ブロックとして施工する。

④ 打エリ高

1回の打エリ高は、0.75～1.50mとし、散水、及び延養生を行う。

Ⅱ. A.E.コンクリートに対する所見

(I). 設備に対する所見及び施工に対する所見

(a) 設備に対する所見

① 含水量の問題

普通コンクリートに於ても勿論のことであるが、AEコンクリートに於ては特に空気量の管理上、含水率を出るだけ一定に保つ必要がある。その點には当平岡の骨材貯蔵ビンの失敗から見て、

① ビンの排水を完全にする

② ビンを同種ものをニケルに設けて交互に使用する。等のことが考えられる。

② セメント投入方法

これは別にAEコンクリートに限ったことではないが、当平岡に於ては硬練りコンクリートの為ウオーセクリーターを使用せず、全セメントを直接投入している。この際ミキサー盤とパッチャー盤の高さが相当有るため、投入の際、セメントの損失が多いから何らかの方法でセメントだけはミキサーに静かに投入する方法を取らなくてはならないと考えられる。

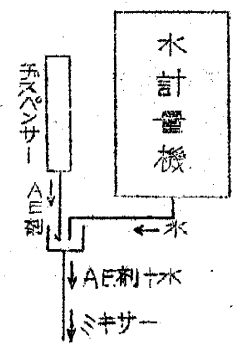
③ AE剤投入方法

混合工場に於て右図の如くして、AE剤を投入しているが、水の方は含水量により不定であり、AE剤の方は少量で一定しているため時間的な一致が困難で、AEと水との混合が充分でない場合も起り得るから、今後何らかの方法を取らなくてはならぬと考えられる。

④ 骨材分類の問題

前述の通り、空気量が粗骨材の粒度に多大に影響を受けるより、これが部材のために細骨材を、出来品は二種類に分類せねばならぬと考えられる。

⑤ AE剤に Vinsol Resinを使用する場合の残率の問題、AE剤 Vinsol Resin 使用する場合、混合設備、貯蔵槽に相当量の残率が残るから、何らかのこの装置をツクなくてはならぬ。この残率は、ホスピタラーの故障の一原因ともなる。



(b) 施工に対する所見

普通コンクリートを打設締固めをする場合、バイブレーターB 2号 (T P M 4,000 ~ 5,000) では所定の時間 4 ~ 5 分以内に締固めを終ることは困難であって、T P M 6,000 以上のものを5台でなければ有効でない。これに比較して、AEコンクリートの場合、スランブが同一でもウォーガビリティーが良くなって、バイブレーターT P M 6,000 3台で十分に処理出来る筈、施工は実に楽になる。

(2) AEコンクリートによる経済的効果

Vinsol 61,100 円/ト

NaOH 41,500 "

セメントが 180 kg/M³ の配合のコンクリートでは

Vinsol 15.8 % 1.000

NaOH 2.3 % 0.110

計 1.110

セメントの節約は 200 kg/M³ から 180 kg/M³ にしたことにより、20 kg の節約になるのが強度の点を同一にすれば、約 10 kg の節約になる。

人件費はバイブレーターマン2人、持ち廻り1人が節約出来るが、AE混合手、及び測定係が約3~4人必要となるから人件比の方はほぼ同一と見な方がよい。

設備には 振スパンサー 10万円

エアーター 15 "

その他 15 "

計 40万円

1立方米当り $400,000 \div 200,000 = 2$ 円

合 計 70.00

- 1.00

- 2.00

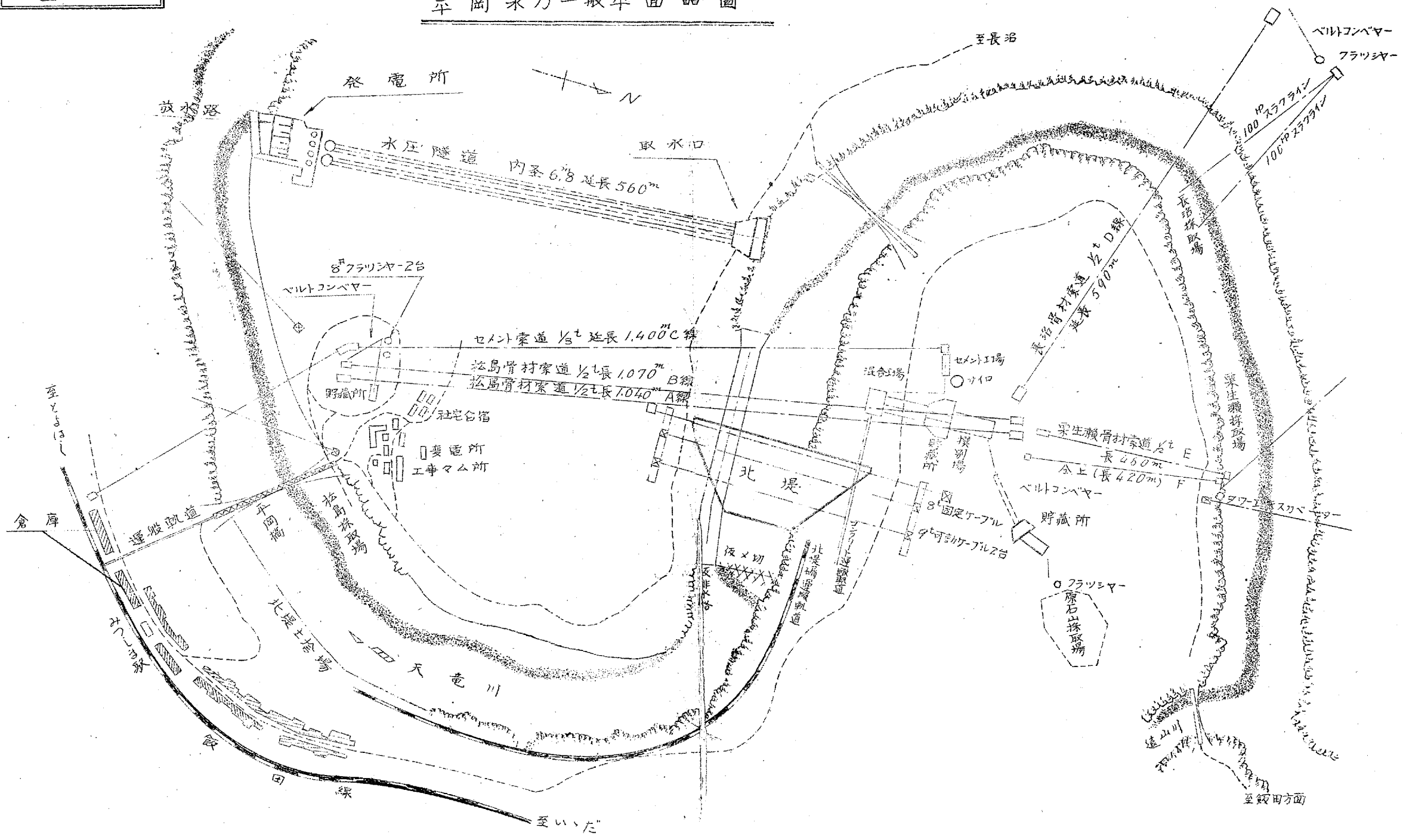
67.00 円 $\div$ 65 円

平均標準工事全体から見ると

$65 \times 200,000 = 13,000,000.00$

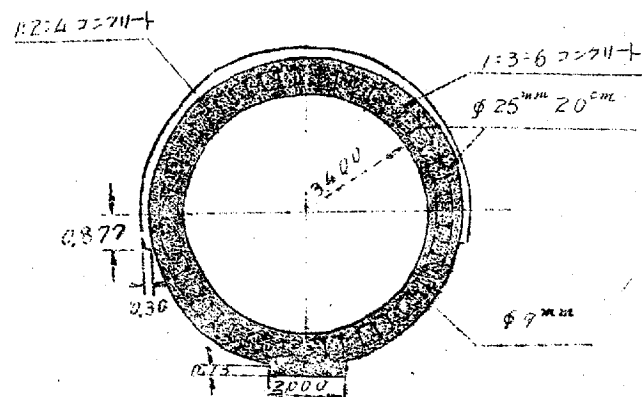
工事비가節約出来る ———

平岡水力一般平面略圖



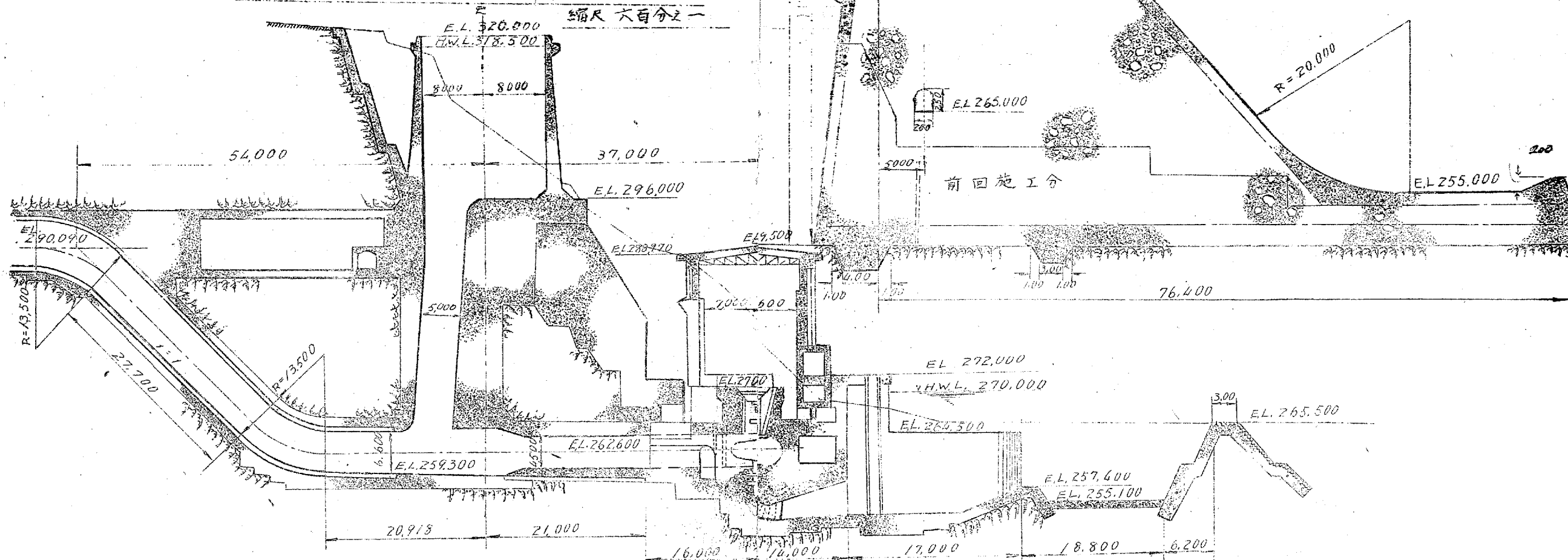
壓力隧道定規圖

縮尺二百分の一



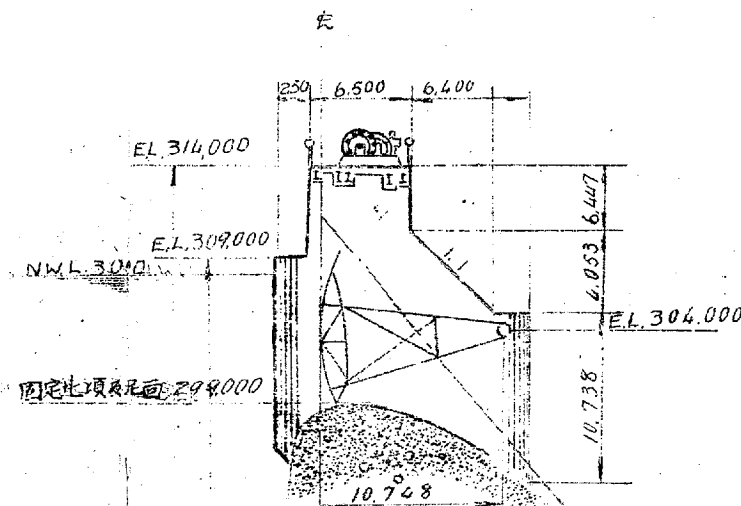
水壓管路水槽發雷所放水路縱斷圖

縮尺 六百分之一



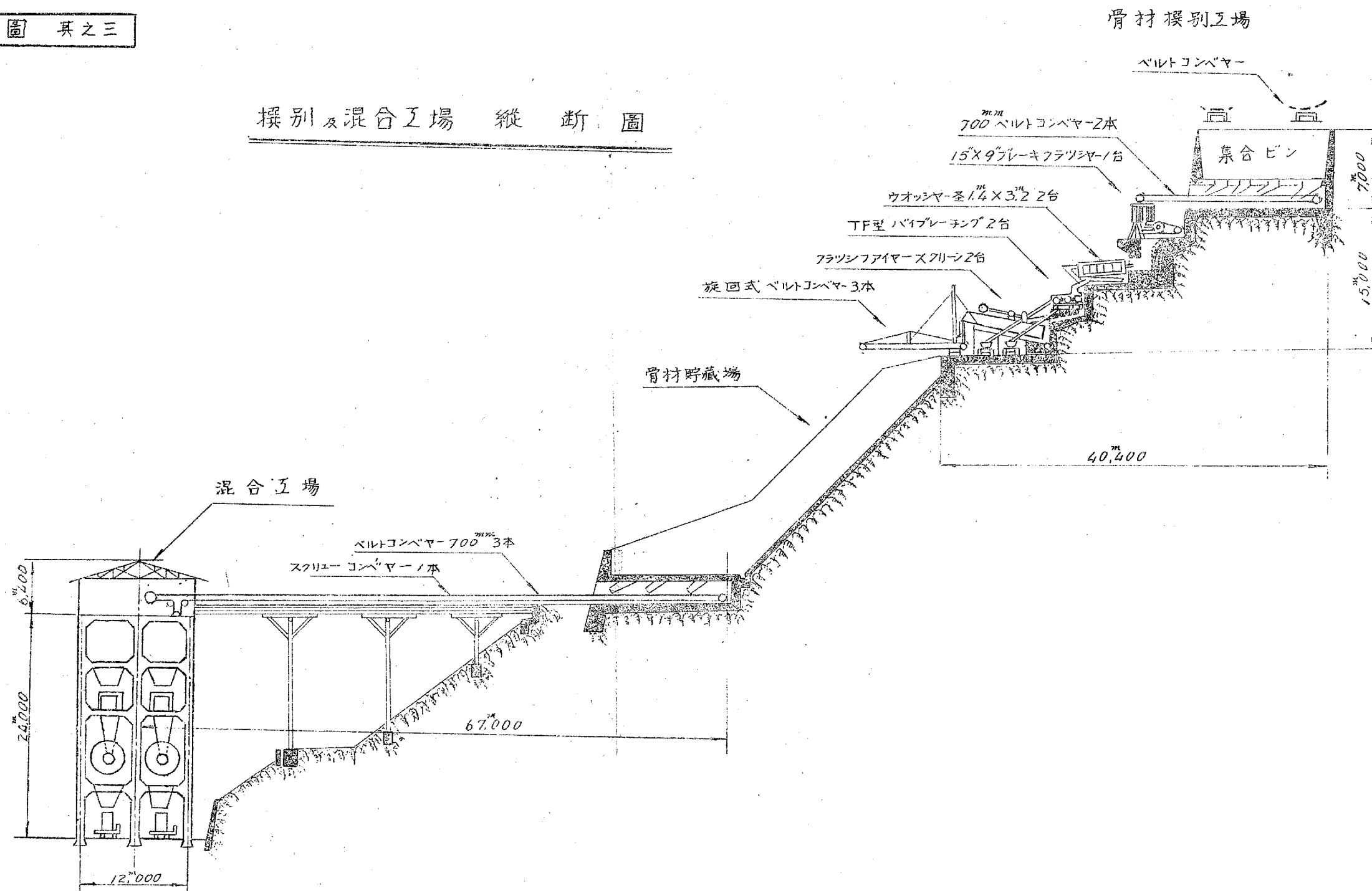
堰堤断面圖

縮尺五百分之一



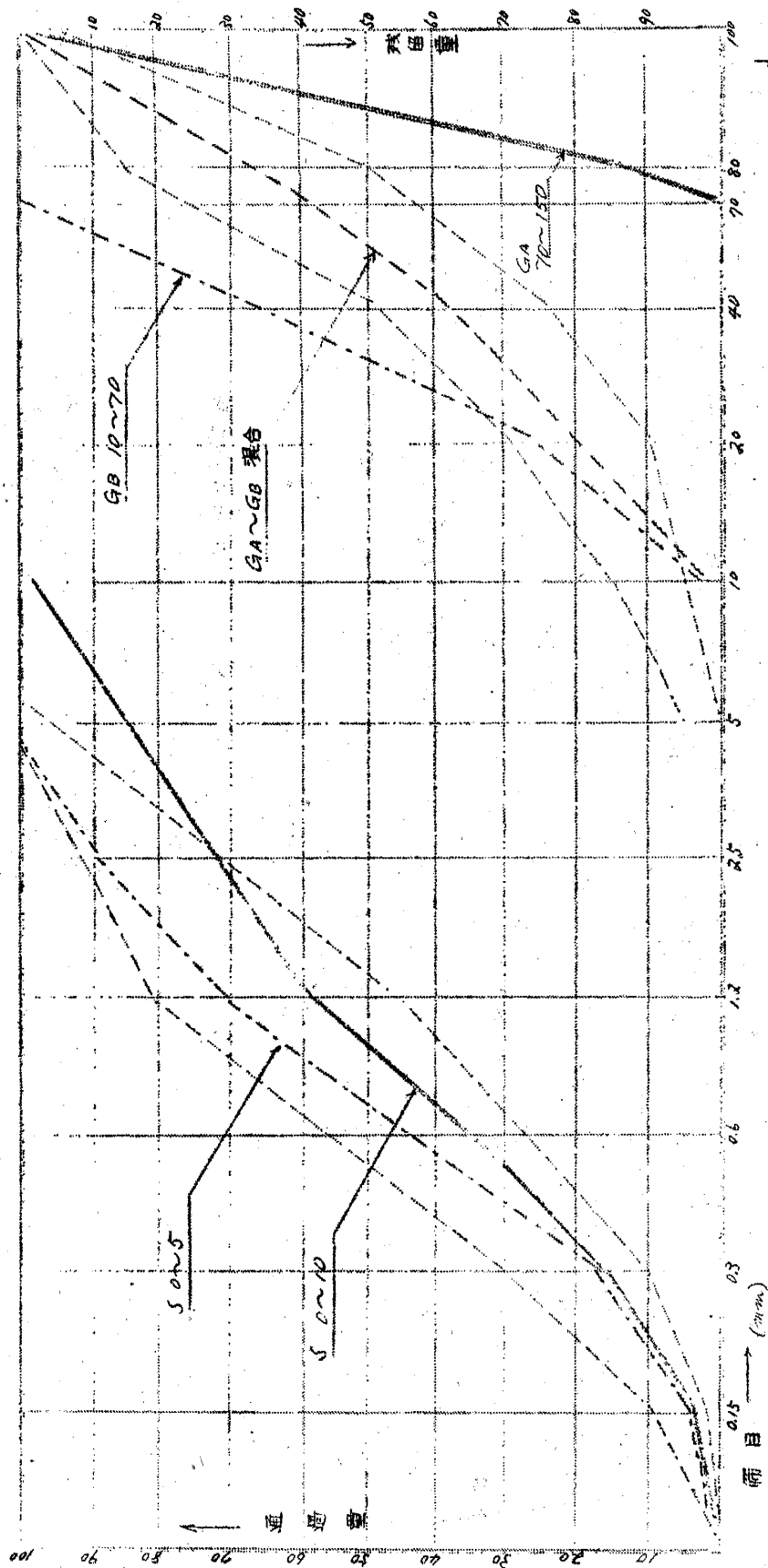
附圖 其之三

選別及混合工場 縦断圖



圪堤骨打篩分曲線

S. (0~10) FM < 10 3.30
 < 5 2.78
 GA (70~150) FM > 5 9.85
 GB (10~70) FM 8.08



コンクリート配合表

名 称	スラング	水セメント比 w/c	コンクリート 使用セメント量 (kg)	コンクリート A.E.量 (g) (1 ^{kg} 当り)	水 量 コンクリート (kg) (1 ^{kg} 当り)	混入空気量 (%)	粗 細 骨 材 比 (%)	用いる骨材全量 コンクリート (kg)	圧 縮 強 度 0.28 (kg/cm ²)
普通コンクリート	3	68	200		136		2.0	2128	160
全 上	4	58	300		145		2.0	2065	330
A.E. コンクリート	2	62	180	152	112	3	2.2	2131	140
全 上	3	47	250	209	118	3	2.3	2053	230

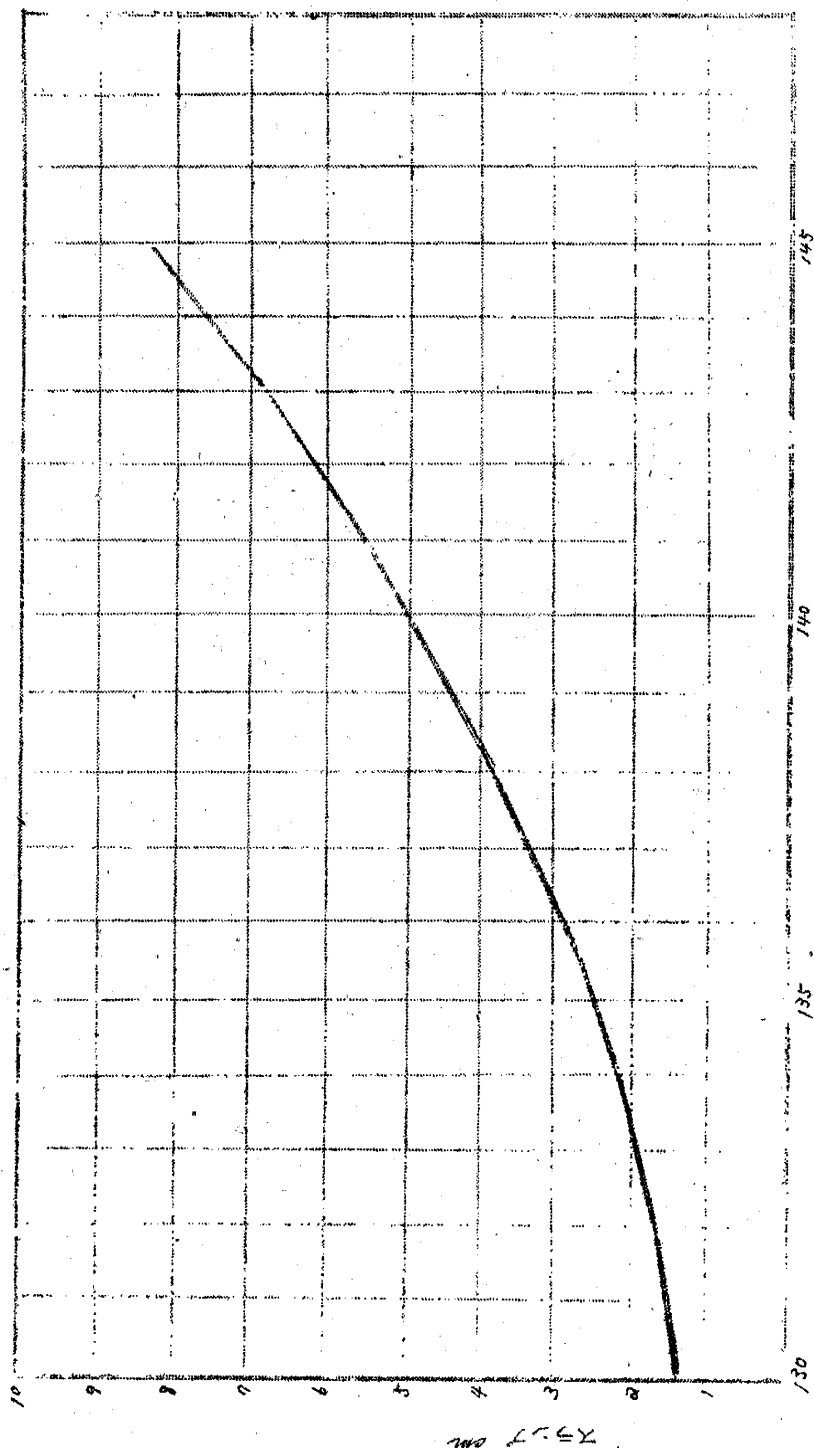
註 (1) 粗骨材は2種類に分類し150mm³~70mm³ G.A. 70~70mm³ G.B.C
する。尚 G⁴/G.B は 1/4 である。

(2) 細骨材を10mm³以下とする。

(3) 細骨材を5mm³以下に修正した時の % は夫々上段より 26, 25, 30,
23である。

(4) コンクリート 1^{kg} 当使用水量中には、ベンゾール系吸液をも含む

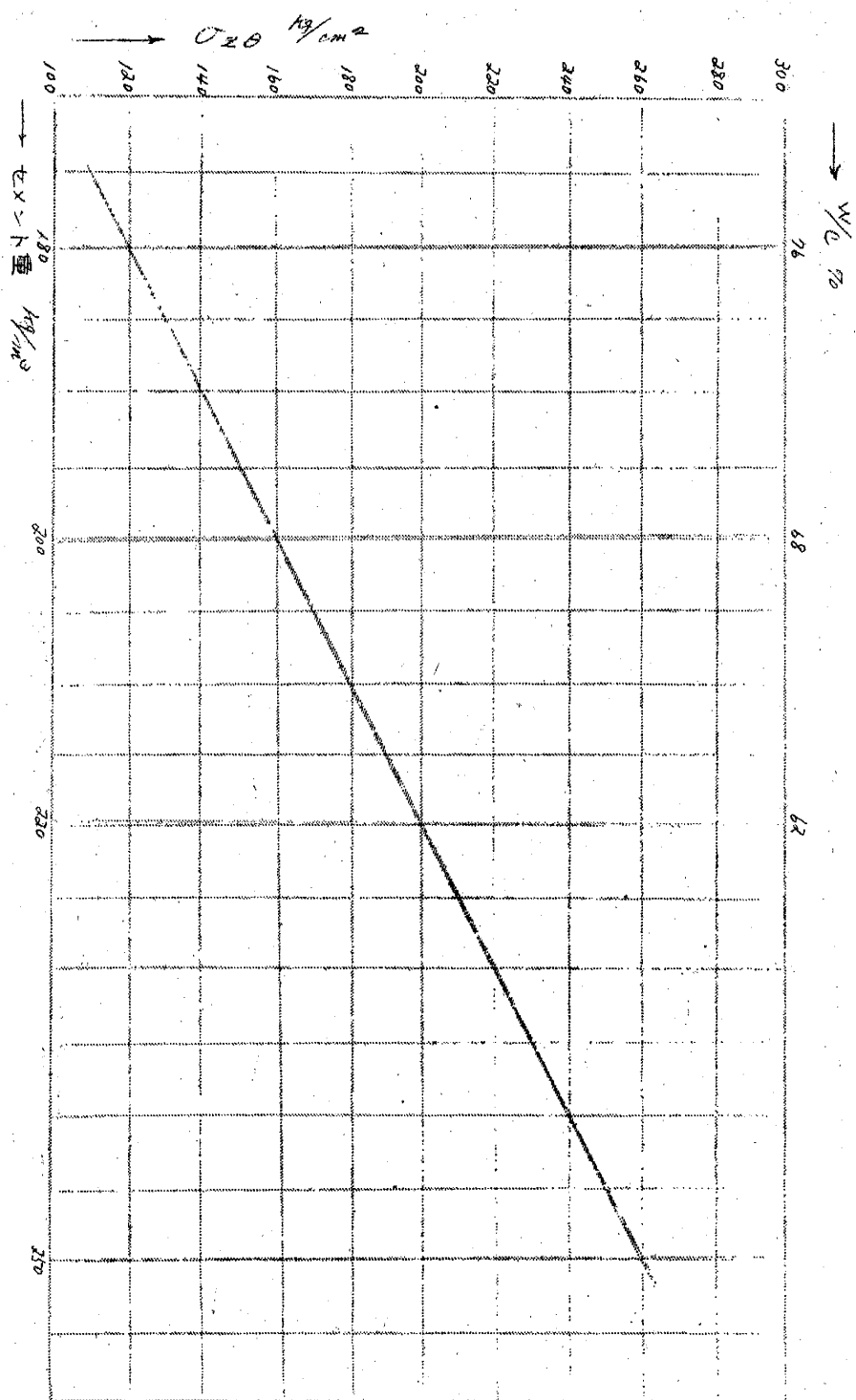
使用水量とスランプとの関係曲線



使用水量 100kg 場合 cement 100kg の場合

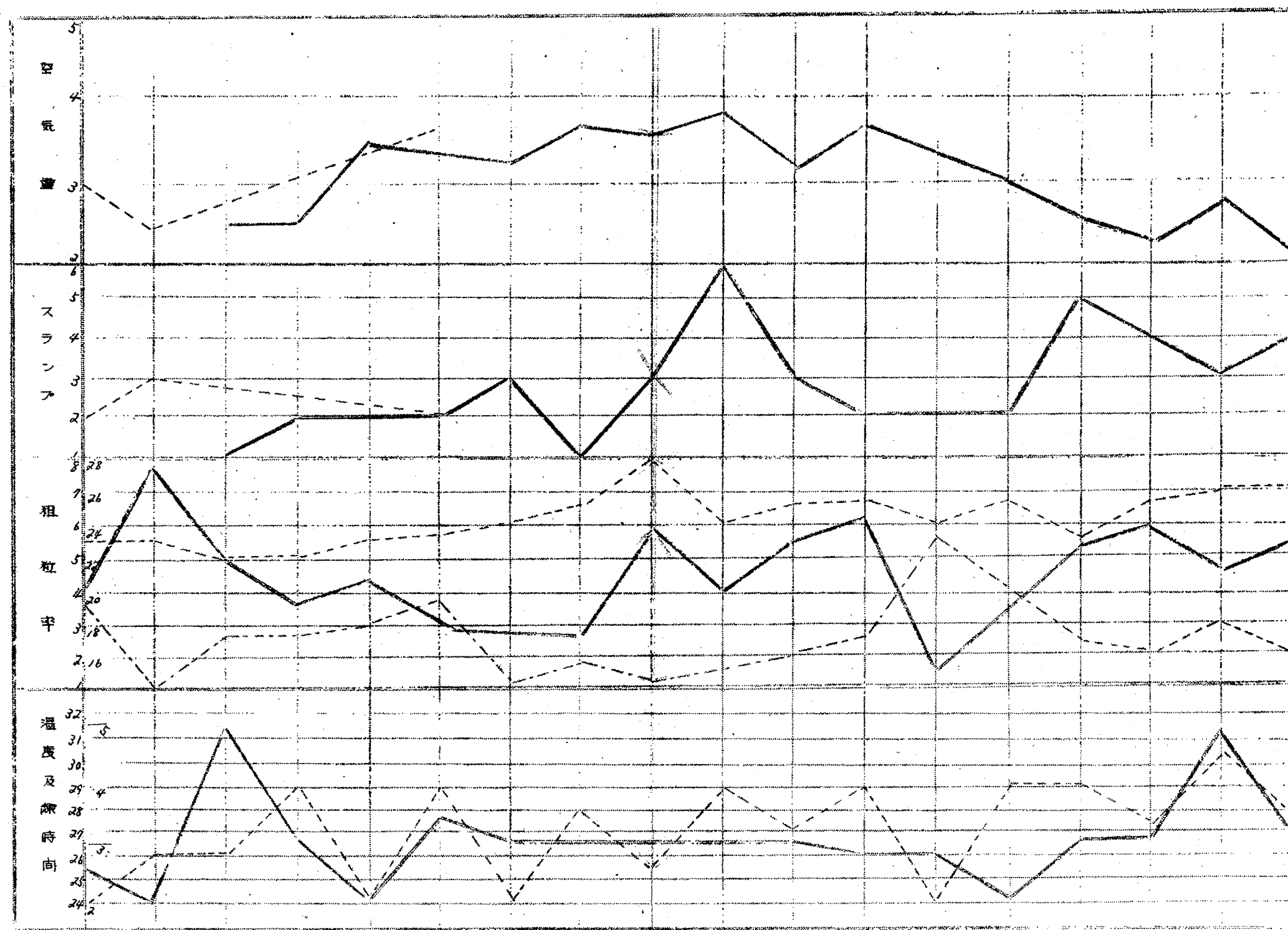
附図 其々七

セメント使用量と強度との関係



附表 其之八

平岡水力空氣量測定結果表



時 図 英之九

混 合 工 場

